褐稻虱取食试验及防治探讨

顾秀慧　　贝亚维　　高春先
（浙江省农业科学院植保所）

摘要　本文用茚三酮法，以褐稻虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 排泄的蜜露面积来测定其相对取食量。试验表明：取食量随虫期增大，逐日取食分布各虫期呈现明显的峰期(图 3)；发育历期与累积取食量成幂函数关系：

$$N(t)=0.0531t^{2.298}$$

式中 $N(t)$ = 累积取食量，t = 发育历期(天)；褐稻虱各虫期取食率的变化，若以一龄若虫为 1 计算，一—四龄若虫取食量比分别为 1:1.66:2.10:3.16:10.26，成虫为 73.17；羽化后 8 天，短翅型雌虫日均取食量比长翅型雄虫大 6.33 倍；按褐稻虱的取食行为，化学防治适期以世代成虫初见期为宜。

关键词　褐稻虱　取食量　蜜露

褐稻虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 是我国、日本、东南亚各国等水稻上的主要害虫。褐稻虱以口针刺入维管束组织吸取汁液，在持续吸食期间不断排泄蜜露。据 Suenaga (1959) 测定：三龄或四龄若虫每天取食 6—11 毫克汁液；据 Sogawa (1970) 记载：一只雌成虫在秧苗(品种为 Norin 8)上每天分泌约 13 微升的蜜露，其中含糖约 270 微克和氨基酸 12 微克。Sogawa 和 Cheng (1979) 认为：因强烈吸食使植株失去汁液和营养物质可能是造成"虱烧"(hopperburn) 的主要原因。蜜露的多少即表示褐稻虱的相对取食量，我们根据 Heinrichs 等(1981)介绍的茚三酮法 (ninhydrin method) 来测定褐稻虱的取食活动。本文报道褐稻虱全世代的取食量分布，发育历期与累计取食量的关系，褐稻虱各虫期的取食量差异；还根据褐稻虱田间存活率，得出褐稻虱各虫期取食率；褐稻虱的取食活动、取食生理为制订经济阈值(防治指标)、防治适期和测定抗性品种提供了科学依据。

材料和方法

供试稻株品种为秀水 48，秧龄 40—60 天，网室培育，选择无虫且不带虫卵的健株，供试虫为室内饲养一代以上的褐稻虱群体。供试装置(见图 1)：下部为盛土陶钵，上部为自行设计的有机玻璃罩，中间放入接受蜜露的定性滤纸，供试稻株穿过滤纸和取食罩，罩内稻株上饲养供试的各虫期褐稻虱，罩顶用湿棉球塞住。实验室温度均自动记录，试验期温度为 25±3℃。各虫期均以单个个体试验，每处理设六次重复。每 24 小时回收已接受蜜露的滤纸，并换上新滤纸，接受蜜露的滤纸，用 0.2% 茚三酮丙酮液处理后，放入 100℃ 烘箱约 5 分

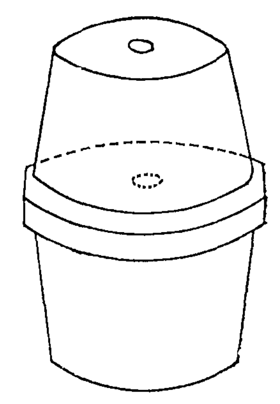


图 1　用茚三酮法测定褐稻虱取食活动的装置

本文于 1985 年 4 月收到。

钟，滤纸上即呈现出紫红色的蜜露圆斑，用铅笔画出圆斑的周缘，以防圆斑退色。用透明的方格纸(自制)计算圆斑的面积，供分析。

褐稻虱种群存活资料来自田间调查：1982—1983年加兴双桥设试验田，种群存活资料在不施杀虫剂的对照田取得，三次重复。卵每5天查一次，每次调查60株；成、若虫种群，用盆拍法，7天查一次，每次调查60丛。

结果与分析

一、褐稻虱全世代取食量分布

从褐稻虱若虫孵出开始至成虫寿命结束，逐日记载单个褐稻虱个体在滤纸上所排出的蜜露面积，即相对取食量。一个褐稻虱一生所分泌的蜜露面积：短翅型雌虫为225.68 cm^2，长翅型雄虫为58.67cm^2。我们以面积平方根对取食日次作图，得到褐稻虱一生的取食量分布图(见图2)图2可见各虫期之间峰、谷分明，这说明了褐稻虱的主要取食变化，即在褐稻虱各虫期脱皮前后取食量下降(形成了明显的谷)，以后取食量逐渐回升。若环境因素相同，取食量大小取决于虫期和取食时间，虫期越大，取食量也越大。若以一龄若虫取食量为1计算，1—5龄虫的取食量比，分别为1:1.66:2.10:3.15:10.24；成虫为73.17。褐稻虱一生的取食量随虫期的增大，以几何数列上升。

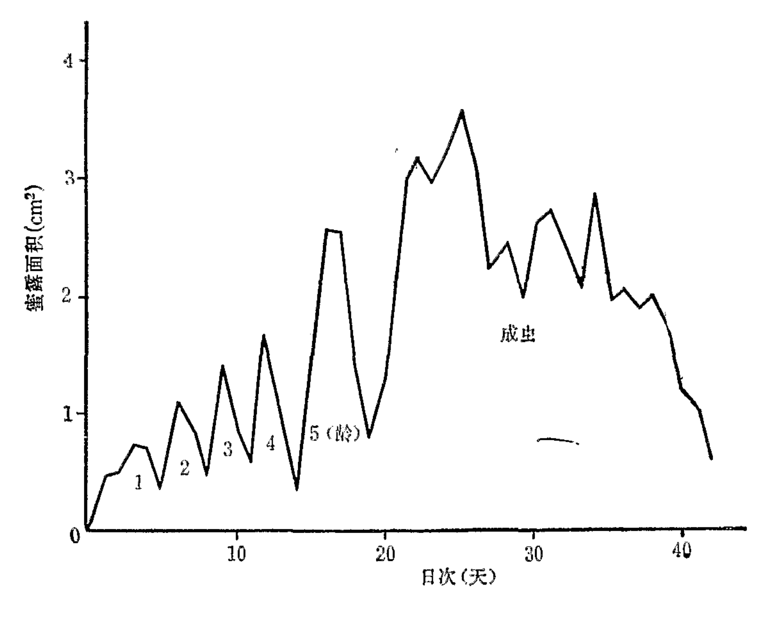


图2 褐稻虱孵化后的取食量分布

二、褐稻虱的发育历期与累计取食量的关系

累计取食量是说明昆虫发育到那一阶段所需的取食量，相对地表明了害虫的发育阶段对植物所造成的为害程度。因此确定发育历期与累计取食量的关系对制订防治指标和防治适期有一定的参考价值。累计取食量与发育历期成函数关系(图3)，褐稻虱这二者关系线性拟合为

$$N(t) = 0.0531t^{2.298} \quad (1)$$

式中 $N(t)$ 为相对累计取食量(蜜露面积)；t 为发育历期(天)。

图 3 为幂函数曲线，式(1)理论值与观察值经统计检验，概率水准 $P < 0.05$。该曲线的指数常数为 2.298，说明褐稻虱的累计取食量增长速度大大超过褐稻虱的发育速率。约在孵化后 10 天，褐稻虱若虫进入取食激增期。

若把取食量(蜜露面积)累计百分率之机值对褐稻虱的发育历期的对数作图，拟合成线性函数为

$$y = 0.2655 + 1.0506x \quad (2)$$

式中 y 为累计百分率的机值，x 为发育历期的对数值。根据式(2)可画出累计取食量百分率对发育历期的理论曲线图(图 4)。从图 4 可知，褐稻虱 1—3 龄期若虫的取食量缓慢增加，4 龄开始(约历期 10 天)，取食量激增，即累计取食百分率直线上升，一直到成虫后期取食量逐渐缓慢增长。

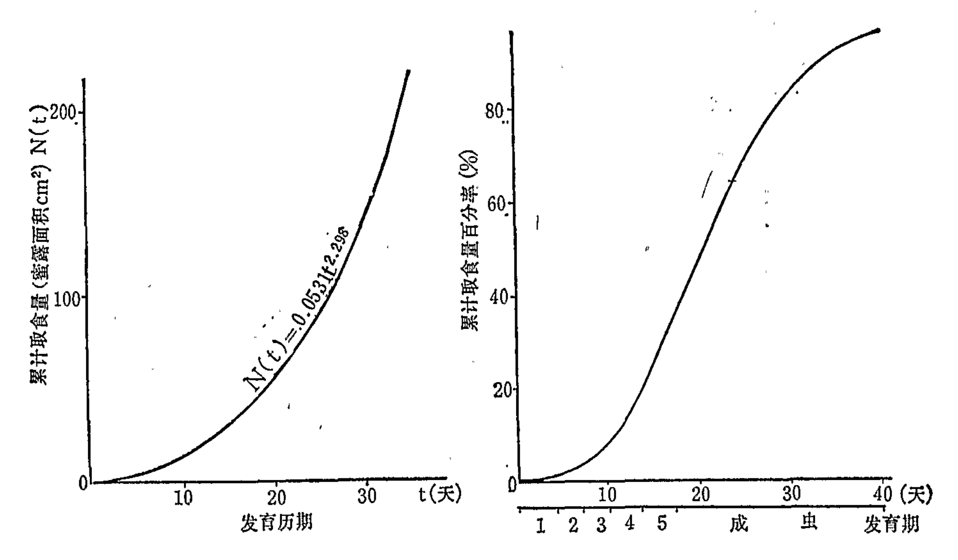


图 3　褐稻虱发育历期与累计取食量(蜜露面积)的关系　　图 4　褐稻虱发育历期与累计取食百分率的关系

三、各虫期(或龄期)之间取食差异

褐稻虱各虫期(或龄期)、虫态(包括不同翅型)之间取食量差异很大。以图 5 与图 2 对照，从取食量分布的峰、谷来判别各龄的历期是一致的。平均历期一龄若虫为 4.17 天，二龄为 2.67 天，三龄为 2.33 天，四龄为 3.33 天，五龄为 4 天，雄成虫为 9.2 天，雌成虫为 19.8 天，图 5 每一直方的面积＝各虫期(龄期)×日均取食量，代表各虫期(龄期)的取食比例。从图 5 可知，雌成虫取食总量为雄成虫的 6.88 倍。成虫的取食总量为若虫的 4.02 倍。

待若虫羽化后连续 8 天对长翅型雌、雄成虫，短翅型雌虫进行取食试验，结果见表 1。长、短翅型雌虫之间日均取食量之间的差异不显著；但长、短翅型雌虫日均取食量分别为长翅型雄成虫的 4.64、6.33 倍。

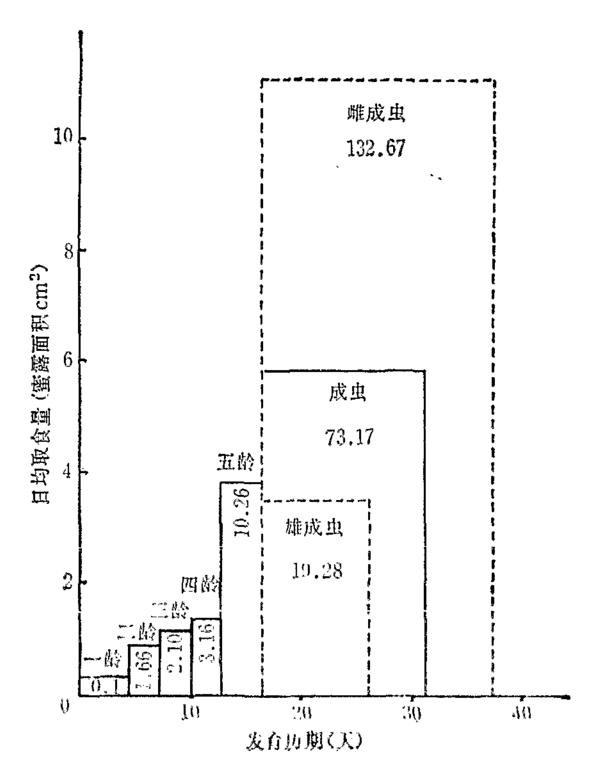


图 5　褐稻虱各虫期取食量梯度

表 1　褐稻虱不同翅型成虫的相对取食量

蜜露面积 / 日次* / 翅型	1	2	3	4	5	6	7	8	平均**
长翅型雌虫	5.78	9.85	12.23	11.21	9.94	9.88	12.63	13.44	10.62A
长翅型雄虫	2.86	2.21	2.29	2.92	2.34	1.81	1.44	2.44	2.29B
短翅型雌虫	9.6	15.83	18.71	10	16.17	21.33	14.75	9.63	14.50A

* 成虫羽化后日次

** 平均数后面相同字母，表示在 1% 水准下，差异不显著(邓肯法)

四、褐稻虱各存活虫期的取食率

一般在制订害虫防治指标和防治适期时，并不考虑田间害虫种群的存活率，因为影响害虫生存的各种死亡因素(如被寄生、捕食、疾病、环境不适等)十分复杂。实际上，许多动物在自然界生存率很低，从各种昆虫自然种群生命表来看，害虫的自然死亡率也相当高。因此，在估计害虫种群对田间作物的产量损失时从种群密度中扣除死亡部分，有利于提高精确度。据我们在加兴市郊田间观察表明：在不施杀虫剂的对照田，从褐稻虱卵孵化到成虫期存活率仅 10%，孵化后至各虫期存活率见表 2。

表 2 褐稻虱各存活虫期的取食率

虫 期	1—2龄	3—4龄	5 龄	成 虫
取食率(%)	2.91	5.84	11.23	80.08
存活率(%)	24.65	16.58	12	10
存活取食率(%)	6.50	8.77	12.20	72.24

表 2 中各存活虫期的取食率：

$$Ps_i = \frac{P_iS_i}{\sum_{i=1}^{n}(P_iS_i)}$$

式中 P_i = 各虫期取食率；S_i = 孵化后至各虫期的存活率； $(i = 1,2,\cdots,n)$

由表 2 可见，褐稻虱田间造成为害和损失以成虫和高龄若虫为主。

讨 论

1. 褐稻虱化学防治适期问题 当前本省对褐稻虱的化学防治策略大体分二类：一类是"治四压五"的策略，即防治为害世代的前一代，以压低虫口基数，避免为害世代虫口暴发时措手不及；第二类是主治五代，二头用药，又称"十日二头治"：理由大致是第四代用药的田块不能保证第五代不需要防治，前期（指第四代）不用药有利天敌繁殖。另外还有兼治螟虫和稻纵卷叶螟等化学防治策略。我们认为这二类防治策略经各地实践检验是行之有效的，可根据褐稻虱发生量大小，具体类型田灵活使用。通常，大发生年份或虫口基数高的田块(单季稻、早翻早等)可用第一套措施，争取防治主动。可选择对天敌(主要是蜘蛛)杀伤小，防效好(如叶蝉散、速灭威、巴沙等)农药。若一般发生的年份，可用第二套办法，有时仅用一次药就可以了。关键是抓准防治适期。

从褐稻虱的取食试验表明，不论是个体或群体取食量均集中在高龄若虫和成虫期。1—4 龄个体取食量仅占世代的 8.75%，这龄期的群体取食量(即存活虫期的取食量)仅占 15% 左右。当前使用的杀虫剂对卵的杀伤率很小，尽量让卵孵化出来，待成虫初见的时间施药为宜。因为这时在年龄组合上高龄若虫的比例尚低，雌成虫基本未羽化取食和产卵。雄成虫历期短，早羽化，但取食量仅为雌虫的 1/6 左右。因此，防治适期尽量控制在待卵充分孵化之后，雌成虫羽化之前。

2. 国际水稻研究所 (IRRI)，曾利用茚三酮法测定水稻品种对褐稻虱的抗性。本试验表明：不同虫龄取食量差异很大，既使同一龄期在初期、中期、后期差异也很大，但在成虫羽化后第二天开始至近死亡数天前的一段时间内每日取食量较接近。表 1 中成虫羽化后第二天至第八天估计日均相对取食量 ($\bar{x}$)，和误差 ($t_{0.05}S_{\bar{x}}$)：长翅型雌虫为 11.31±1.70 cm^2，长翅型雄虫为 2.21±0.44cm^2，短翅型雌虫为 15.20±3.95cm^2。因此在茚三酮法用于品种抗性测定时，尽可能虫期一致，最好用羽化后第 2 天的同型(指翅型)、同性成虫供试。试验时，用单个个体，24 小时换取受蜜露的滤纸，连续观察数天，并在同一条件下设多次(6—8 次) 重复来减少因蜜露重叠和个体差异引起的误差。

3. 在研究褐稻虱经济损失和防治指标时，一般以测定虫口密度和产量损失的函数关系为基础。这里的"虫口"理当指活虫数，从表2可知褐稻虱田间的死亡率较大，1—2龄死亡率为75%，3—4龄约33%，5龄约27.6%，成虫为16.6%。假设褐稻虱引起的经济损失仅由于取食所致，那末各龄的死亡率和各存活虫期的相对取食率对制订防治指标是方便的参数。

4. 本试验用褐稻虱发育适温来作供试温度，品种为当前的晚稻主要品种，但不同的温度和水稻品种的取食量可能有差异，有待进一步试验。

参考文献

Heinrichs, E. A. et al., 1981 Manual for Testing Insecticides on Rice. IRRI Los Baños Philippines. 36—7.

Sogawa, K. and Cheng, C. H. 1979 Economic thresholds, nature of damage, and losses caused by the brown planthopper. Brown planthopper: Threat to Rice Production in Asia. IRRI Los Baños Philippines. 125—39.

Sogawa, K. 1970 Studies on the feeding habits of the brown planthopper. II. Honeydew excretion (in Japanese, English summary). *Jpn. J. Entomol. Zool.* 14: 134—9.

Suenaga, H. 1959 Damage caused by the plant- and leaf--hopper and its assessment. Abstract of the 3rd Symposium on the Assessment of Insects Damages. *Jpn. Soc. Appl. Entomol. Zool.*, Tokyo, Japan.

ASSESSMENT OF FEEDING OF THE BROWN PLANTHOPPER IN RELATION TO PEST CONTROL

GU XIU-HUI BEI YA-WEI GAO CHUN-XIAN

(Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences)

The brown planthopper (BPH) *Nilaparvata lugens* Stål is a key pest to rice crop in China. Assessment of its feeding has been carried out by means of measuring the areas of honeydew drops on filter paper after treatment with ninhydrin (Heinrichs et al. 1981). The results are as follows.

1. The increase of ingestion during the whole life span from egg hatching to adult death is shown in Fig. 3.

2. The relation between the developmental stage xpressed in days after hatching and the accumulative quantity of food intake is

$$N(t) = 0.0531t^{2.298}$$

where, $N(t)=$ the accumulative quantity of food intake; $t=$ days after hatching.

3. The ratios of food intake in the durations of different nymphal instars and adult can be expressed as 1.00, 1.66, 2.10, 3.16, and 10.26 for nymph and 73.17 for adult.

4. The averaged food intake of brachypterous females is 6.33-fold over that of macropterous males during the first eight days after hatching.

5. Based on the assessment of feeding of BPH during its whole life, the suitable time of carrying out chemical control seems to be the teneral adult stage

Key words *Nilaparvata lugens*——food intake——honey dew